



Zanieczyszczenie świetlne - nie nowy problem. Rozmowa z Tomaszem Ścieżorem

Jest Pan kierownikiem Krakowskiego Zespołu Monitoringu Zanieczyszczenia Świetlnego. Od jak dawna prowadzą Państwo badania oraz jakich problemów one dotyczą? Czy na chwilę obecną jest to jedyny taki zespół zajmujący się pomiarami zanieczyszczenia świetlnego w Polsce?

Tomasz Ścieżor: Zespół powstał w 2008 r. w związku z realizacją projektu badawczego mającego na celu zbadanie zanieczyszczenia świetlnego w aglomeracji krakowskiej. Zespół ma charakter interdyscyplinarny, gdyż jedynie taka grupa badawcza pozwala prawidłowo zajmować się omawianym zagadnieniem. Kierownikiem zespołu w ramach wspomnianego projektu badawczego zostałem ja, natomiast w jego skład, jako koordynatorzy, weszli: dr hab. Tadeusz Zbigniew Dworak (astronom i geofizyk, profesor Akademii Górniczo-Hutniczej w Krakowie, zmarł w 2013 r.), dr Marek Kubala (fizyk, Politechnika Krakowska) oraz mgr Wiesław Kaszowski (meteorolog, pracownik Instytutu Meteorologii i Gospodarki Wodnej w Warszawie, Oddział w Krakowie). Ponadto w skład zespołu wchodzi jeszcze około 10 członków wspomagających, wykonujących pomiary.



Polska nocą. Fot. NASA GSFC

Celem działań zespołu (działającego nadal, mimo że wspomniany program badawczy zakończył się w 2011 r.) jest przede wszystkim monitoring zanieczyszczenia świetlnego w wybranych punktach Małopolski, wspomaganie inicjatyw mających na celu zmniejszenie tego rodzaju zanieczyszczenia oraz edukacja społeczeństwa w kwestii znaczenia prawidłowego oświetlenia swojej okolicy dla ekologii i zdrowia publicznego. Warto też zauważyć, że na chwilę obecną jest to jedyny zespół zajmujący się w sposób systematyczny pomiarami zanieczyszczenia świetlnego w Polsce.

Tak, można podać następujące przykłady tego typu oddziaływania:

- rośliny fotosyntezujące traktują światła miejskie jako przedłużenie dnia,
- następuje eutrofizacja warstw powierzchniowych zbiorników wodnych,
- nieosłonięte źródła światła zaburzają orientację przestrzenną i cykl dobowy wielu owadów nocnych, przyczyniając się do ich wymierania, co wpływa na lokalne ekosystemy,
- światło sztuczne zaburza cykle życiowe, a w szczególności cykle rozrodcze płazów nocnych (żaby, salamandry) oraz czyni je podatnymi na ataki drapieżców,
- zakłócenia równowagi łowca-ofiara w wielu układach i środowiskach,
- oświetlenie wybrzeża zaburza cykl życiowy żółwi morskich,
- sztuczne źródła światła zakłócają trasy migracyjne ryb (łososi) oraz nocnych ptaków wędrownych,
- kolizje ptaków nocnych z oświetlonymi oknami,
- niekorzystny wpływ na zdrowie człowieka: zaburzenia snu, zwiększone ryzyko zachorowań na niektóre nowotwory, zaburzenia pracy szyszynki (produkcja melatoniny).

Badał Pan wpływ oświetlenia zewnętrznego przy zbiornikach wodnych na procesy eutrofizacji. Do jakich wniosków Pan doszedł?



Wpływ oświetlenia zewnętrznego na procesy eutrofizacji jest pośredni, aczkolwiek znaczący. Już wiele lat temu stwierdzono duży wpływ światła księżycowego na nocną migrację zooplanktonu (w szczególności rozwielitek) w kierunku warstw powierzchniowych zbiornika wodnego. Jak wiadomo, zooplankton w sposób naturalny zapobiega eutrofizacji zbiorników wodnych, żywiąc się fitoplanktonem (glonami i sinicami). Stwierdzono, że światło Księżyca znajdującego się w fazie pełni, penetruje wodę do głębokości około 3 metrów, co powoduje, że obszar ten jest unikany przez zooplankton, preferujący ciemność. W przypadku Księżyca zjawisko to jednak występuje tylko przez kilka dni w miesiącu, i to przy bezchmurnym niebie, a w pozostałych dniach cała objętość zbiornika ulega samoczynnemu oczyszczaniu. W przypadku jednak oświetlenia sztucznego (często przekraczającego oświetlenie pochodzące od Księżyca w pełni) jest ono ciągłe, a co więcej, przy zachmurzonym niebie oświetlenie powierzchni zbiornika wzrasta (chmury na niebie wzmacniają efekt zanieczyszczenia świetlnego) i jego źródłem jest całe niebo (brak efektu cienia). W efekcie zooplankton nigdy nie pod pływa do powierzchni wody i nie odżywia się fitoplanktonem, przez co powierzchnia zbiornika ulega eutrofizacji, czyli, mówiąc popularnie, zarasta glonami.

Efekt ten, zbadany wstępnie w USA już w 2000 r., został również zauważony przeze mnie w trakcie badań przeprowadzonych w latach 1995–2008 na Zbiorniku Dobczyckim, będącym głównym źródłem wody pitnej dla Krakowa. Wydaje się, że istnieje wyraźna korelacja między zawartością *chlorofilu a* w warstwie powierzchniowej zbiornika a wyznaczoną dla tego obszaru jasnością nocnego nieba. Hipoteza ta będzie przedmiotem dalszych badań.

Czy występowanie zanieczyszczenia świetlnego to zjawisko nowe? Wiedza na jego temat wydaje się być praktycznie znikoma...

Problem wcale nie jest nowy. Już w XIX w. opisywano wpływ latarni morskich i oświetlonych statków na śmiertelność ptaków migrujących nocą. Pod koniec XIX w. zwrócono również uwagę na masowe straty wśród owadów, będących pożywieniem ptaków śpiewających, związane z oświetleniem ulicznym miast w Wielkiej Brytanii. W 1917 r. kalifornijski ornitolog Carlos Lastreto zauważył zmiany tras nocnych przelotów ptaków wędrownych pod wpływem światła latarni morskich.

W latach 50. XX w. holenderski ekolog F. J. Verheijen dokonał przeglądu europejskiej i japońskiej literatury poświęconej wpływowi światła na zwierzęta. W latach 70. XX w. zoolog zwrócili uwagę na zaburzenia zegarów biologicznych i zachowania zwierząt nocnych, związane ze wzrostem oświetlenia sztucznego. W okresie tym wprowadzone zostało pojęcie „zanieczyszczenia świetlnego” (ang. *light pollution*), które zaczęto w niektórych kręgach traktować na równi z innymi rodzajami zanieczyszczeń. Również wspomniany wcześniej Verheijen w 1985 r. wprowadził pojęcie „fotozanieczyszczenia” (ang. *photopollution*)



Zakopane nocą. Fot. Marcin Filipek

Negatywny wpływ wzrostu sztucznego oświetlenia na środowisko zauważali także astronomowie. W 1922 r. dyrekcja Obserwatorium Astronomicznego Uniwersytetu Jagiellońskiego, mającego swoją siedzibę praktycznie w samym centrum Krakowa, na terenie Ogrodu Botanicznego przy ul. Kopernika, wskutek wzrastającego zanieczyszczenia atmosfery nad Krakowem, a co za tym idzie również wzrostu zanieczyszczenia świetlnego, podjęła decyzję o utworzeniu stacji obserwacyjnej na szczycie Łysina, w paśmie Beskidu Makowskiego koło Myślenic. W 1947 r. wskutek wzrastającego



zanieczyszczenia świetlnego podjęto decyzję o przeniesieniu Royal Greenwich Observatory do Herstmonceux Castle, 70 km na południowy wschód od Londynu. W latach 50. XX w. astronomowie z obserwatorium Kitt Peak na południe od Tucson w USA zwrócili uwagę na szybko zwiększającą się jasność nieba. Co więcej, świecenie nieba występowało w szerokim zakresie widma światła widzialnego, przez co w dodatku trudno je było odfiltrować.

W 1988 r. w USA z inicjatywy dr. Davida Crawforda powstało International Dark-Sky Association (IDA). Celem IDA jest ograniczanie wpływu sztucznego oświetlenia na środowisko poprzez uświadomienie opinii publicznej na temat zagrożeń wynikających z niewłaściwego gospodarowania światłem sztucznym. Aktualnie sekcje IDA działają w 34 stanach USA, a także w Australii, Austrii, Chile, Chinach, Czechach, Grecji, Indiach, Irlandii, Izraelu, Japonii, Kanadzie, Malcie, Słowenii, Szwajcarii, Węgrzech i Włoszech. W 1992 r. w Paryżu odbył się kongres UNESCO, na którym podkreślono wagę nadmiernej emisji światła. Jednocześnie stwierdzono, że aż 30% energii elektrycznej wykorzystywanej do oświetlenia miast jest marnowane w postaci „zanieczyszczenia świetlnego” - niekontrolowanej emisji światła do góry. W 1997 r. na XXIII Walnym Zebraniu Międzynarodowej Unii Astronomicznej (IAU) w Kioto ogłoszono rezolucję o Ochronie Nocnego Nieba: „Zważywszy na ponawiające się co jakiś czas propozycje umieszczania jasnych obiektów na orbicie wokółziemskiej... oraz zważywszy, że nocne niebo jest dziedzictwem ludzkości, które powinno być zachowane w stanie nietkniętym... należy podjąć środki zapewniające, że nocne niebo będzie miało nie mniejszą opiekę, niż obiekty światowego dziedzictwa kulturowego na Ziemi”.

Na konferencji IDA w Bostonie i Cambridge w październiku 2002 r. astronomowie po raz pierwszy znaleźli się w mniejszości. 175 specjalistów z różnych dziedzin - zoolodzy, elektrycy, politycy, lekarze, konserwatorzy przyrody - zgodziło się co do wagi problemu zanieczyszczenia świetlnego. Na konferencji pojawiło się także wiele firm oświetleniowych, oferujących odpowiednie rozwiązania.

Jak do zanieczyszczenia świetlnego podchodzą środowiska naukowców za granicą?

W 1980 r. problem zanieczyszczenia świetlnego był na tyle poważny, że Międzynarodowa Komisja Oświetleniowa (CIE) i Międzynarodowa Unia Astronomiczna (IAU) wydały wspólnie broszurę (jako notę techniczną CIE) pt. „Guidelines for Minimizing Urban Sky Glow Near Astronomical Observatories”. Kolejne noty techniczne CIE, poświęcone bezpośrednio temu problemowi, wydane zostały w kolejnych latach: „Guidelines for Minimizing Sky Glow” (1997) i „Guide on the Limitation of the Effects of Obtrusive Light from Outdoor Lighting Installations” (2003).

Jak wspominałem, w 1988 r. w USA powstało Międzynarodowe Stowarzyszenie Ciemnego Nieba (International Dark-Sky Association - IDA). W tym samym roku odbyło się 112. Spotkanie Międzynarodowej Unii Astronomicznej „Light Pollution, Radio Interference, and Space Debris”, poświęcone w całości zanieczyszczeniu świetlnemu, radiowemu i zaśmiecaniu przestrzeni kosmicznej. W części poświęconej zanieczyszczeniu świetlnemu poruszano nie tylko tematy związane z astronomicznym zanieczyszczeniem świetlnym, ale także tematy pokrewne, jak problem zaświecania okolicy czy ekonomiczne efekty zanieczyszczenia świetlnego.

Ostatnie organizowane przez Międzynarodową Unię Astronomiczną spotkanie poświęcone w pełni tej tematyce odbyło się w 1999 r. w Wiedniu. Część wystąpień poświęcona była technicznym metodom ograniczania zanieczyszczenia świetlnego, a także rezultatom pomiarów zanieczyszczenia świetlnego w różnych rejonach świata.

W kolejnych latach problem zanieczyszczenia świetlnego był omawiany w coraz szerszych kręgach.



Począwszy od 2000 r. corocznie organizowane są Europejskie Sympozja Ciemnego Nieba, w ramach których omawiane są różne aspekty zagadnienia, w tym również ekologiczne. W 2012 r. symposium takie odbyło się w Polsce – w Bielsku-Białej.

W 2001 r. powstał w Thiene we Włoszech Instytut Nauki i Techniki Zanieczyszczenia Światelnego, mający z jednej strony podobne zadania edukacyjne i społeczne, co IDA, z drugiej jednak strony pomyślany jako instytucja badawcza, poszukująca nowych technik pomiaru zanieczyszczenia światelnego. Instytut ten był w 2002 r. współorganizatorem (wraz z IDA) regionalnej konferencji „Light pollution and the protection of the night environment. Venice: Let's save the night”.

W lutym 2002 r. na konferencji zorganizowanej w Los Angeles przez The Urban Wildlands Group and UCLA Institute of the Environment pod tytułem „Ecological Consequences of Artificial Night Lighting” podsumowano ekologiczne efekty zanieczyszczenia światelnego. Efektem tej konferencji była publikacja pracy zbiorowej „Ecological Consequences of Artificial Night Lighting”, w której zebrano dotychczasową wiedzę na temat wpływu zanieczyszczenia światelnego na organizmy żywe.

W kwietniu 2007 r. na kanaryjskiej wyspie La Palma odbyła się interdyscyplinarna Międzynarodowa Konferencja w Obronie Jakości Nocnego Nieba i Prawa do Obserwacji Gwiazd (International Conference in Defence of the Quality of the Night Sky and the Right to Observe the Stars), która obejmowała takie działy tematyczne, jak „Rola gwiazd w kulturze ludzkiej”, „Środowiska nocne, bioróżnorodność i zrównoważony rozwój”, „Prawo do światła gwiazd”, „Inteligentne oświetlenie a zanieczyszczenie światłne” czy „Zachowanie terenów astronomicznych”.

Coraz częściej pojawiają się też publikacje przeglądowe dotyczące zjawiska zanieczyszczenia światelnego, takie jak praca zbiorowa „Ecological Consequences of Artificial Night Lighting” czy „Light pollution handbook”.

Również w publikacjach z dziedzin pokrewnych, zwłaszcza dotyczących inżynierskich aspektów oświetlenia, poświęca się całe rozdziały zagadnieniom związanym z zanieczyszczeniem światelnym.

Czy na świecie mamy do czynienia z jakimiś wzorcowymi rozwiązaniami eliminującymi negatywne skutki zanieczyszczenia?

Na całym świecie podejmowane są inicjatywy prawne i społeczne mające na celu ograniczenie zanieczyszczenia światelnego w obszarach zurbanizowanych oraz ochronę terenów jeszcze nieskażonych. Jedno z najwcześniej wprowadzonych praw ochrony jakości nocnego nieba zostało uchwalone przez parlament Hiszpanii już w 1988 r. (początkowo dla jednej z prowincji, w kolejnych latach dla pozostałych). Również we Włoszech szereg regionalnych parlamentów uchwalało własne regulacje dotyczące zanieczyszczenia światelnego. Jako wzorcowe uważa się prawo regionalne uchwalone 27 marca 2000 r. przez parlament Lombardii, jednego z najbardziej zanieczyszczonych światłnie regionów świata. Pierwszym państwem, które wprowadziło na terenie całego kraju nakaz ochrony przed skutkami zanieczyszczenia światelnego, była Republika Czeska. Regulacje te pojawiły się w uchwalonym 14 lutego 2002 r. „Prawie o ochronie powietrza”. Również parlament Hiszpanii wprowadził 15 listopada 2007 r. do prawa „o jakości powietrza i ochronie atmosfery”, obowiązującego na całym terytorium państwa, zapisy dotyczące zanieczyszczenia światelnego.

Warto na koniec wspomnieć, że w Chile regulacje dotyczące ochrony nocnego nieba w regionach północnych oraz aktywna pomoc władzom tamtejszych miast ze strony państwa i organizacji pozapaństwowych we wdrażaniu rozwiązań ograniczających zanieczyszczenie światłne przyniosły



widoczne efekty w postaci zahamowania, a nawet cofnięcia się jego efektów. Rozwiązania zastosowane właśnie w Chile należy uznać za wzorcowe.

Dziękuję za rozmowę.



Tomasz Ścieżor - doktor nauk technicznych, absolwent Wydziału Fizyki Uniwersytetu Jagiellońskiego, doktorat na Akademii Górniczo-Hutniczej w Krakowie. Obecnie adiunkt na Wydziale Inżynierii Środowiska Politechniki Krakowskiej. Kierownik zespołu zajmującego się badaniem i monitoringiem zanieczyszczenia świetlnego w południowej Polsce. Interesuje się także historią, archeologią, genealogią i astronomią. Autor szeregu publikacji z tych dziedzin.